

Centre ORSTOM Guadeloupe

Departement A
UR 02

960540

CLASSIFICATION AUTOMATIQUE DES RADIOSONDAGES

DOMINIQUE ROSSIGNOL

POINTE A PITRE Aout 1986



72522

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: Bx 16739 Ex:

INTRODUCTION

L'évolution des phénomènes atmosphériques est caractérisée par les variations spatio-temporelles de nombreux paramètres tels que le vent, la température, l'humidité. La description d'une situation météorologique nécessite la connaissance de ces paramètres à de nombreux niveaux, et sur un domaine géographique de dimension variable selon l'échelle du phénomène étudié.

La prévision météorologique se fait habituellement à l'aide de modèles numériques. Ces modèles sont opérationnels dans les latitudes tempérées pour deux raisons: les hypothèses de paramétrisation des équations sont bien connus, et le réseau de mesure est suffisamment dense en particulier sur les continents.

Par contre en milieu tropical les modèles sont beaucoup moins précis à cause de l'inadéquation des schémas de paramétrisation et de l'insuffisance du réseau. Un bon exemple de cette déficience est l'impossibilité de prévoir ne serait-ce que la trajectoire et l'évolution des cyclones tropicaux. Les prévisions effectuées, basées surtout sur les reconnaissances aéronautiques, ne dépassent jamais l'échéance de 36 heures.

En particulier pour les îles de la Caraïbe, les prévisions locales sont effectuées en utilisant les résultats des analyses des centres de prévision numérique internationaux. La difficulté d'utilisation de ces produits vient d'une part de l'inadéquation des modèles et du réseau en milieu tropical, et d'autre part la maille du modèle de l'ordre de 400 km ne permet pas des prévisions fines sur une île de la taille de la Guadeloupe. De plus les influences du relief ne sont pas prises en compte dans les modèles alors que ce facteur influe sur la répartition des précipitations annuelles dans un rapport supérieur à 10. Mise à part la prévision des cyclones, l'objectif météorologique primordial dans une île tropicale est la prévision des précipitations.

La seule méthode à laquelle recourt le prévisionniste local demeure l'analyse subjective des documents transmis par les centres responsables de la zone. Les seules données disponibles localement sont, outre les observations au sol, le radiosondage quotidien, les observations radars, et les images satellitaires.

Dans ces conditions l'amélioration des prévisions est réalisable par une meilleure exploitation des données locales. L'exploitation des observations du radar du Raizet dans un but prévisionnel n'est pas envisageable, ses données n'étant ni numérisées ni enregistrées. Il en est de même des images satellitaires.

Il reste l'exploitation des données du radiosondage quotidien effectué à 7 heures locale. Ces données sont disponibles à la prévision pour la journée dès 9 heures du matin. Le radiosondage contient des informations concernant la stabilité verticale de l'atmosphère et son contenu en vapeur d'eau, renseignements essentiels pour la prévision des précipitations.

Dans le but d'améliorer les méthodes de prévision, il est attirant d'entreprendre la classification automatique des situations météorologiques à l'aide des données du radiosondage. Un des objectifs de cette étude est d'obtenir une méthode de prévision objective basée sur la reconnaissance automatique de situations types. Chaque situation particulière doit être assimilée à une classe connue.

Une telle classification sera utilisée également pour étudier la répartition spatio-temporelle des précipitations par catégorie d'événements pluvieux. Elle permettra de stratifier les données pour l'étude de l'influence du relief sur les régimes de précipitation, et de dégager les composantes météorologiques de la variabilité des répartitions.

Une telle étude repose sur l'hypothèse que les données d'un radiosondage en un point résument de manière suffisante la situation météorologique. Cette hypothèse semble raisonnable dans la mesure où d'une part le profil de température et d'humidité mesurent la stabilité thermodynamique de l'atmosphère, et d'autre part le profil du vent est représentatif des systèmes synoptiques influençant la région étudiée.

METHODE DE CLASSIFICATION

Les méthodes de recherche des situations analogues se décomposent en deux groupes: les méthodes subjectives d'analyse des cartes synoptiques à différents niveaux, et les méthodes objectives par classification automatique. Une classification subjective des situations météorologiques de la Guadeloupe a été réalisée par Théveneau en 1967. Nous nous proposons d'essayer d'obtenir une classification objective automatique.

La méthode de classification choisie est la méthode des nuées dynamiques ou d'agrégation autour de centres mobiles. Cette méthode mise au point par Diday et reprise entre autre par G. Der Mégreditchian pour des applications météorologiques, a été choisie pour sa simplicité théorique et la facilité de sa mise en oeuvre sur un micro ordinateur.

L'algorithme utilisé fonctionne de la manière suivante:

- à la première itération les différentes classes sont recherchées autour de centres arbitraires pouvant avoir été choisis au hasard, à priori ou autrement.
- à partir des classes ainsi définies les nouveaux centres sont calculés
- les différentes classes sont ensuite recalculées autour de ces centres.
- ainsi de suite jusqu'à ce que l'on constate une certaine stabilité entre les différentes classes, par exemple que le nombre d'individus changeant de classe d'une itération à l'autre soit inférieur à un nombre donné (en l'occurrence 0).
- le nombre de classes est choisi à priori.
- la distance choisie est la distance euclidienne.

Cet algorithme simple a été mis au point sur micro-ordinateur goupil 3 du centre ORSTOM de Guadeloupe. Les premières analyses ont été effectuées sur une série de données choisies à priori pour leur intérêt météorologique. Le mois de novembre 1984 correspondant à une période où différents événements météorologiques ont été observés: le cyclone Klaus au Sud de Porto-Rico, passage de front froid, alizé stable, circulation d'ouest dans les basses couches, alizé instable.

LES DONNEES

Les données d'un radiosondage sont trop nombreuses pour être toutes prises en compte dans une analyse statistique eu égard aux moyens de calcul disponibles localement. Le fichier de radiosondage utilisé comporte des mesures de géopotentiel, température, humidité, vent zonal et vent méridien, tous les 25 millibar du sol à 100 millibar, soit 38 niveaux de pression. Prendre en compte toutes les données signifie travailler sur 190 variables. Il faut donc faire un choix judicieux non seulement des variables, mais aussi des niveaux.

L'énergie statique apparaît comme un paramètre intéressant, car elle combine trois variables thermodynamiques. L'énergie statique est définie par:

$$E_s = g*Z + C_p*T + L*q$$

Cette grandeur est la somme de l'énergie potentielle ($g*Z$), de la chaleur sensible (C_p*T), et de la chaleur latente ($L*q$) d'une particule d'air à un niveau donné. Elle est utilisée pour faire des bilans énergétiques de l'atmosphère, et intervient également dans le calcul des transferts méridiens d'énergie entre les tropiques et les latitudes tempérées. De plus la forme des profils d'énergie de l'atmosphère sont caractéristiques de ses transferts verticaux. Un profil plus ou moins constant indique un important transfert vertical, alors qu'un profil présentant un minimum aux niveaux 600 ou 700 millibar indique une absence de transfert vertical. Ajoutons que les transferts verticaux d'énergie les plus importants sont effectués sous forme de chaleur latente par les cumulonimbus.

L'utilisation de cette grandeur présente donc l'avantage de condenser trois variables en une et d'avoir une signification physique importante.

Les variables choisies sont l'énergie statique, le vent zonal et le vent méridien. Les niveaux choisis sont les dix suivants : 1000, 950, 900, 850, 800, 700, 600, 500, 400, 300 mb.

Le vecteur radiosondage journalier comporte 10 composantes d'énergie statique, 10 composantes de vent zonal, 10 composantes de vent méridien.

Enfin, pour rendre les différentes grandeurs comparables pour la mesure des distances entre individus, chaque variable est centrée réduite avant la recherche de la classification automatique, et toutes les variables sont de poids égal.

RESULTATS OBTENUS

La qualité d'une classification est mesurée par le rapport de l'inertie interclasse à l'inertie totale. Pour un nombre de classes donné, plus l'inertie interclasse est forte, plus les différentes classes sont éloignées les unes des autres, donc meilleure est la partition. Les classifications obtenues par cette méthode peuvent différer légèrement selon le centres de classe choisis à la première itération. Pour rechercher la meilleure classification il convient donc de faire tourner le programme plusieurs fois sur les mêmes données et pour un même nombre de classes.

Etant donné que la méthode de classification impose le nombre de classes, nous avons cherché un moyen d'évaluer le nombre optimum, à savoir que le nombre de classes ne soit pas trop grand pour résumer l'information, mais suffisant pour que les classes soient suffisamment distinctes les unes des autres. Pour ce faire nous avons tracé la courbe du rapport de l'inertie interclasse à l'inertie totale en fonction du nombre de classes (figure 1). La courbe présente une décroissance accentuée entre cinq et quatre classes, indiquant que le meilleur choix doit être de cinq, ce qui permet de conserver 68% de l'inertie totale.

La classification effectuée porte sur une période brève choisie intentionnellement car regroupant des événements météorologiques distincts. Elle assure cependant de la validité de la méthodologie dans la mesure où le regroupement obtenu est en accord avec l'analyse subjective publiée par le centre météorologique du Raizet.

Le tableau 1 donne la répartition par classe des journées de Novembre 1984. Les figures 3,4,5,6,7 représentent les radiosondages moyens de chaque classe. La figure 2 représente les profils d'énergie statique de chaque classe.

TABLEAU 1

Classe	1	2	3	4	5
	02/11	09/11	15/11	14/11	27/11
	03/11	10/11	16/11	23/11	28/11
	04/11	11/11	17/11	24/11	29/11
	05/11	12/11	18/11	25/11	30/11
	06/11	13/11	19/11	26/11	
	07/11		20/11		
	08/11		21/11		
			22/11		

Ce tableau montre que mis à part la journée du 14, la classification automatique a regroupé dans une même classe des séquences de journées consécutives, en accord avec l'évolution progressive du temps.

L'examen des radiosondages représentant les différentes classes conduit à l'analyse du temps suivante.

Classe 1 : Du 2 au 8 novembre, le sondage est humide à tous les niveaux, et présente une épaisse couche homogène de vents de secteur Sud. Le profil d'énergie statique, relativement homogène, indique la présence de transferts verticaux d'énergie.

Classe 2 : du 9 au 13, circulation d'ouest faible, amélioration des conditions par assèchement des couches supérieures.

Classe 3 : Du 15 au 22, l'alizé d'Est à Est Nord Est relativement stable se rétablit, avec le retour de l'inversion entre 750 et 700 millibars.

Classe 4 : Du 23 au 26, l'épaisseur de la couche d'alizé diminue avec l'apparition d'un talweg d'altitude d'air froid et humide qui se manifeste entre 700 et 600 millibars. C'est le début d'un retour à une situation perturbée.

Classe 5 : du 27 au 30, disparition de l'alizé par creusement du talweg, apparition de vent de Sud dans les basses couches, sondage instable et humide.

Le radiosondage du 14 Novembre, regroupé avec la classe 4 présente une anomalie dans le profil du vent lié probablement à une panne du radiovent.

Pour comparaison, le résumé mensuel du temps est le suivant :

"Dans le même temps, dès l'après midi du 1^{er} Novembre, on peut déceler une faiblesse du champ de pression et une amorce de circulation fermée dans le fond du talweg sur la mer Caraïbe où persiste un corps pluvio-orageux ... Le 4 la pression a encore nettement baissé, la circulation fermée est évidente. Enfin le 6 le système évolue en tempête tropicale "KLAUS" au Sud de Porto-Rico, puis en cyclone le 8 au Nord des Iles Vierges."

"Progressivement, les 9 et 10, à mesure que Klaus s'éloigne vers le Nord-Est, le talweg qui lui a donné naissance se décale vers l'Est et les conditions s'améliorent sur les petites Antilles jusqu'au 13, où apparaît un nouvel épisode pluvieux qui prendra fin le 14."

Du 15 au 26 le temps est généralement beau avec un alizé d'Est à Est Sud Est modéré qui s'est rétabli, donnant quelques brèves averses éparses, parfois plus fréquentes comme le 22 et de belles journées sans précipitations du 23 au 25.

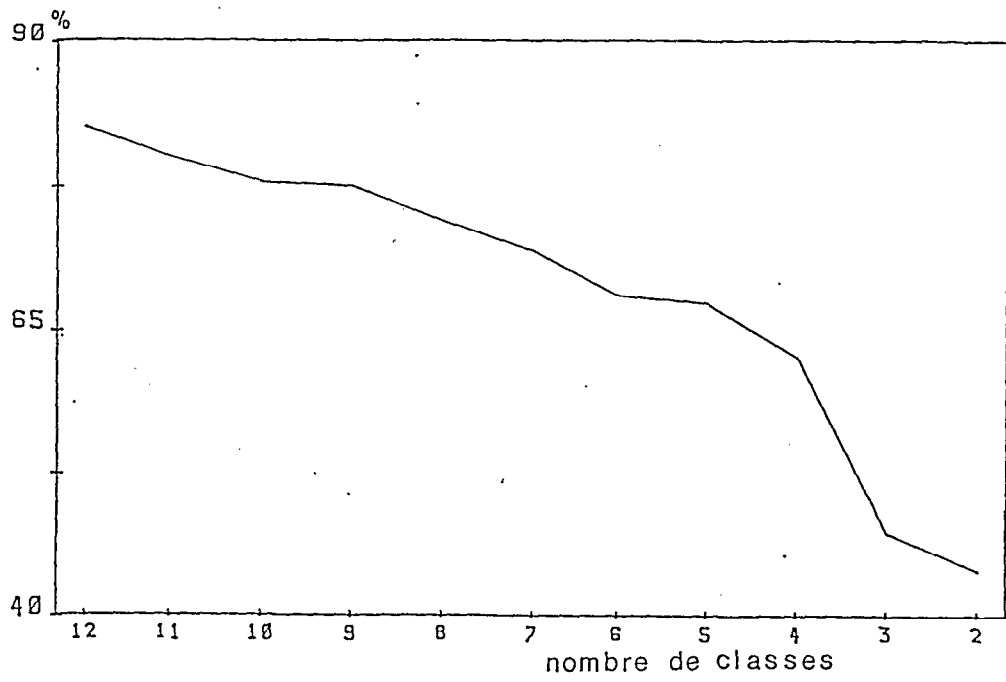
Du 26 au 29 intervient un dernier épisode pluvieux, lié cette fois au passage d'un puissant front froid très actif.

CONCLUSION

Cette étude a mis en évidence que le découpage opéré par la méthode de classification objective coïncide avec les principaux événements météorologiques du mois de Novembre.

Il est donc permis de conclure que les paramètres choisis, l'énergie statique et les composantes zonales et méridiennes du vent, et le nombre de niveaux utilisés sont suffisants pour distinguer différentes situations météorologiques. Il reste à montrer que cette méthode peut s'appliquer à des échantillons plus grands, et que les classes trouvées resteront stables d'un échantillon à un autre. Maintenant que l'on peut avoir une certaine confiance dans cette méthode, il convient de la généraliser à un échantillon plus important.

Ce travail a été réalisé, à partir du fichier des radiosondages quotidiens du Raizet effectués par le Service Météorologique de la Guadeloupe de 1979 à 1984, dans le cadre de la convention d'étude des relations entre les répartitions des pluies et les caractéristiques des radiosondages en Guadeloupe, passée entre l'ORSTOM et la Météorologie Nationale le 5 novembre 1985.



INERTIE INTERCLASSE / INERTIE TOTALE

FIGURE 1

PRESSION mb

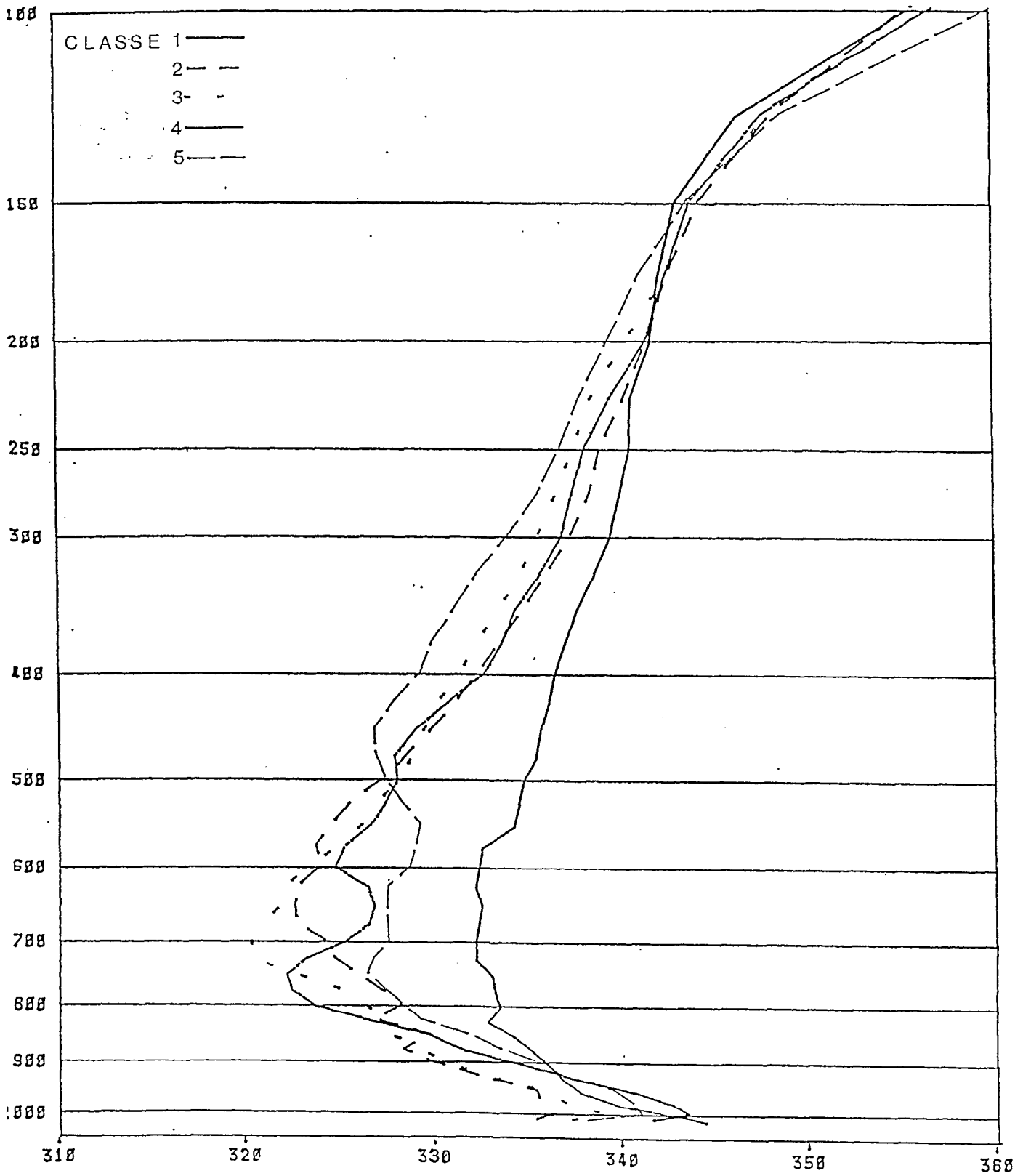


FIGURE 2: ENERGIE STATIQUE

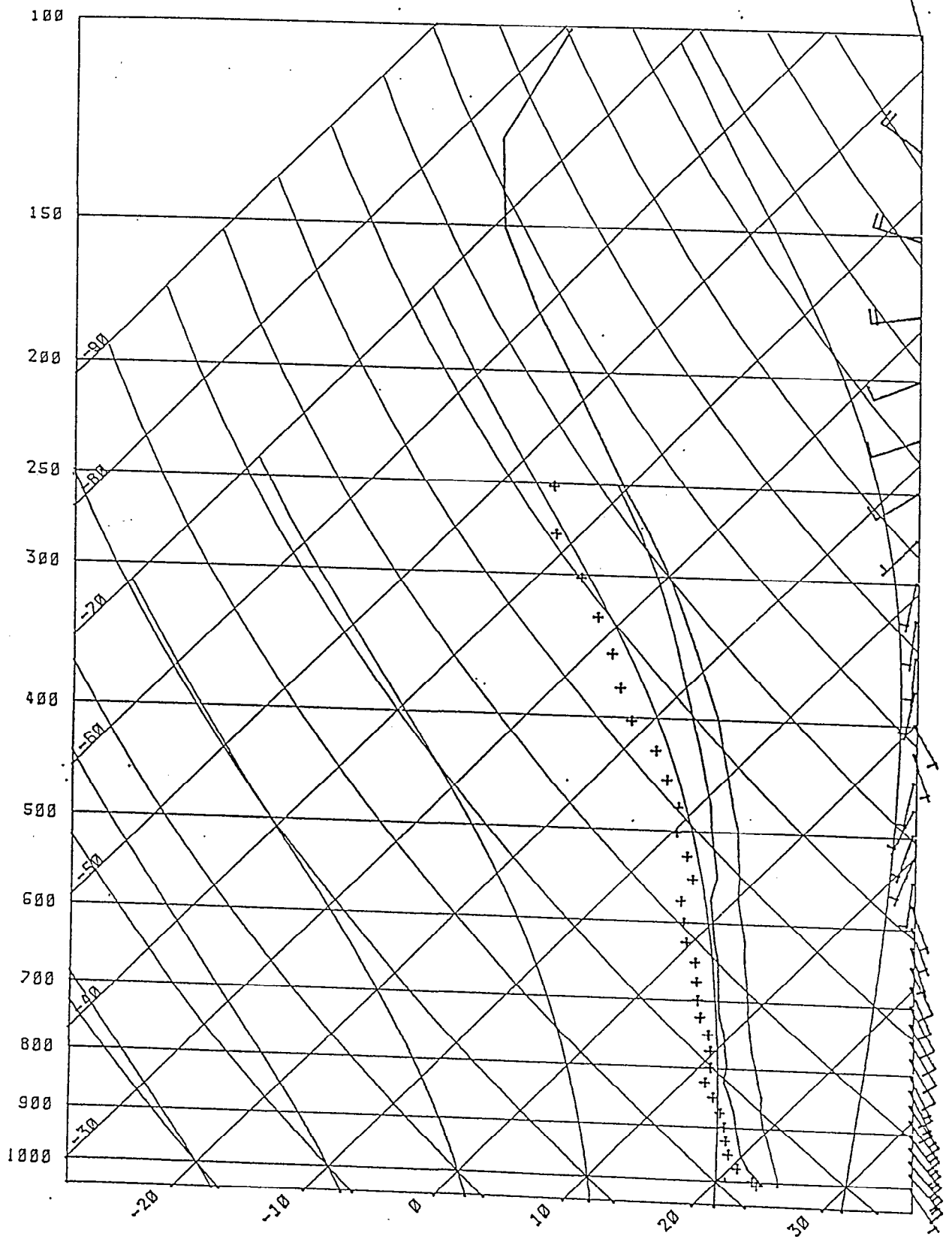


Figure 3 : du 2 au 8 Novembre 1984

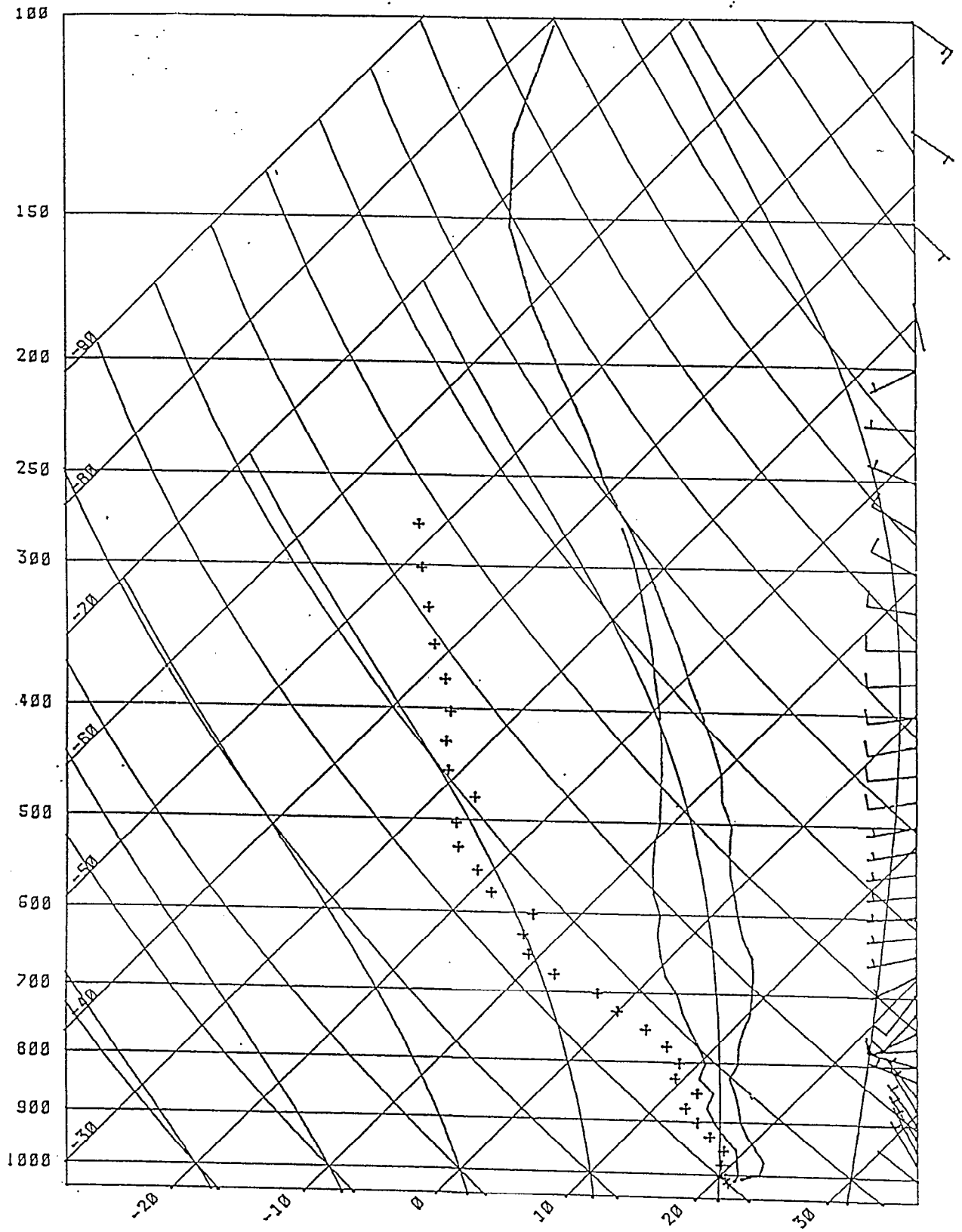


Figure 4 : du 9 au 13 Novembre 1984

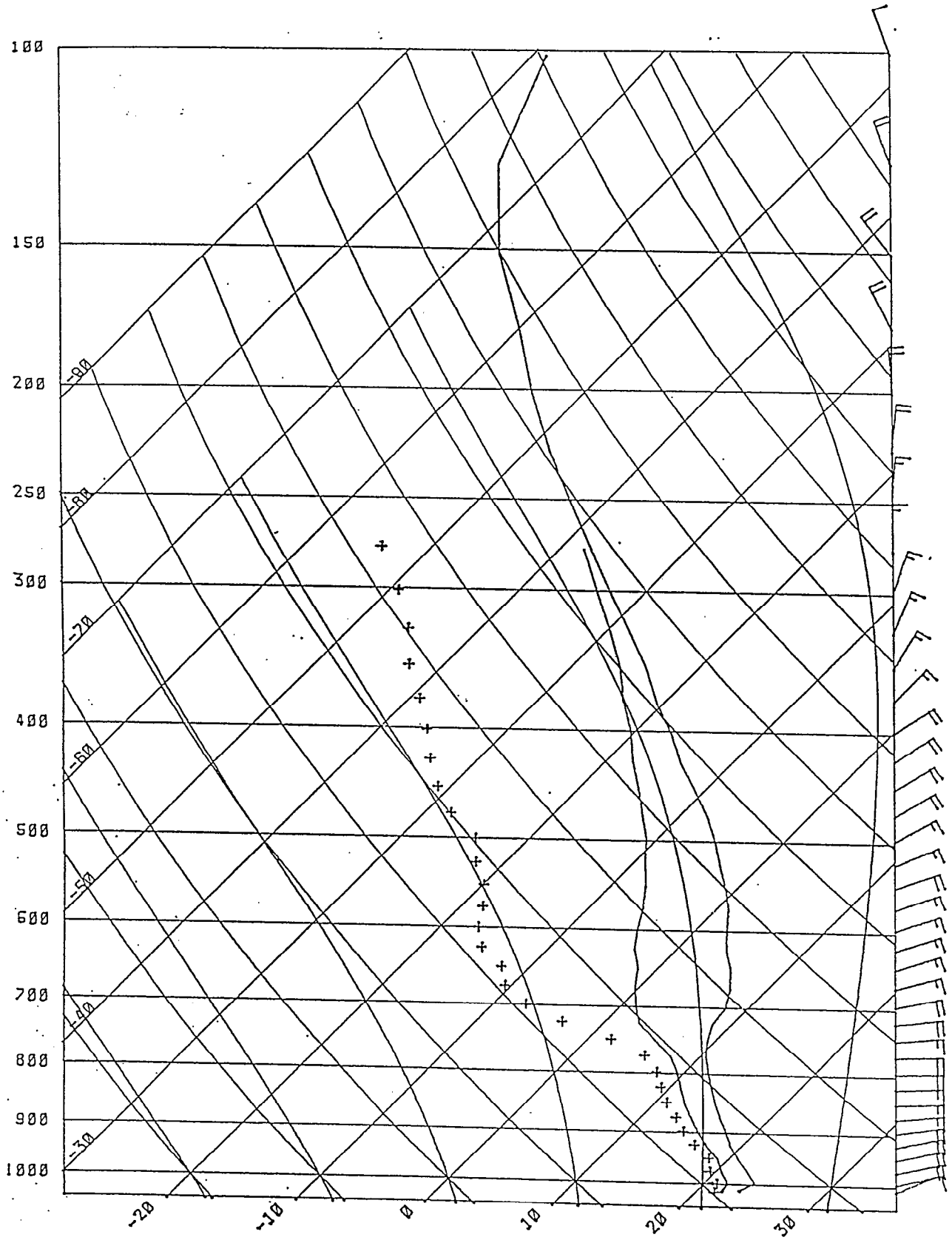


Figure 5 : du 15 au 22 Novembre 1984

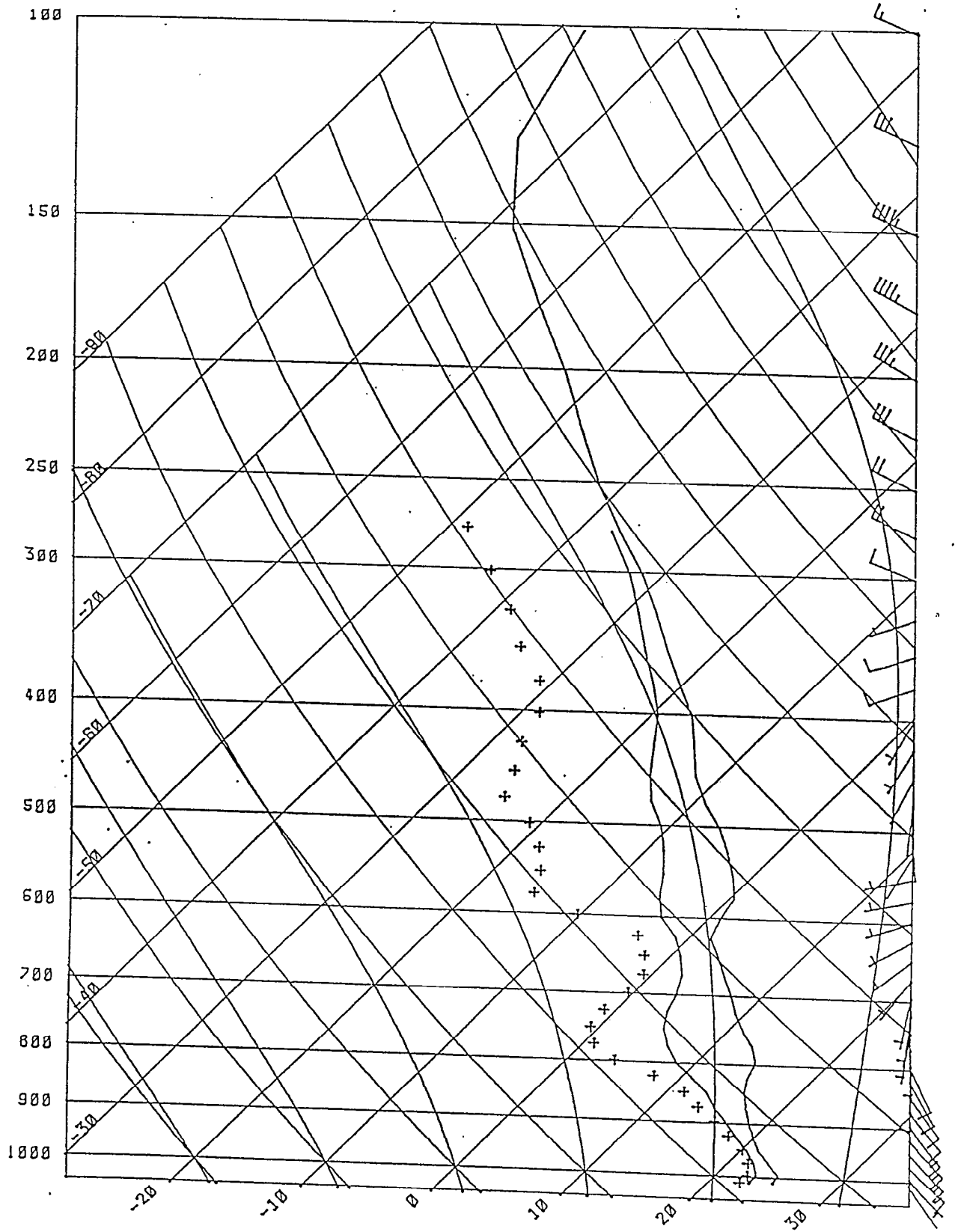


Figure 6 : du 23 au 26 Novembre

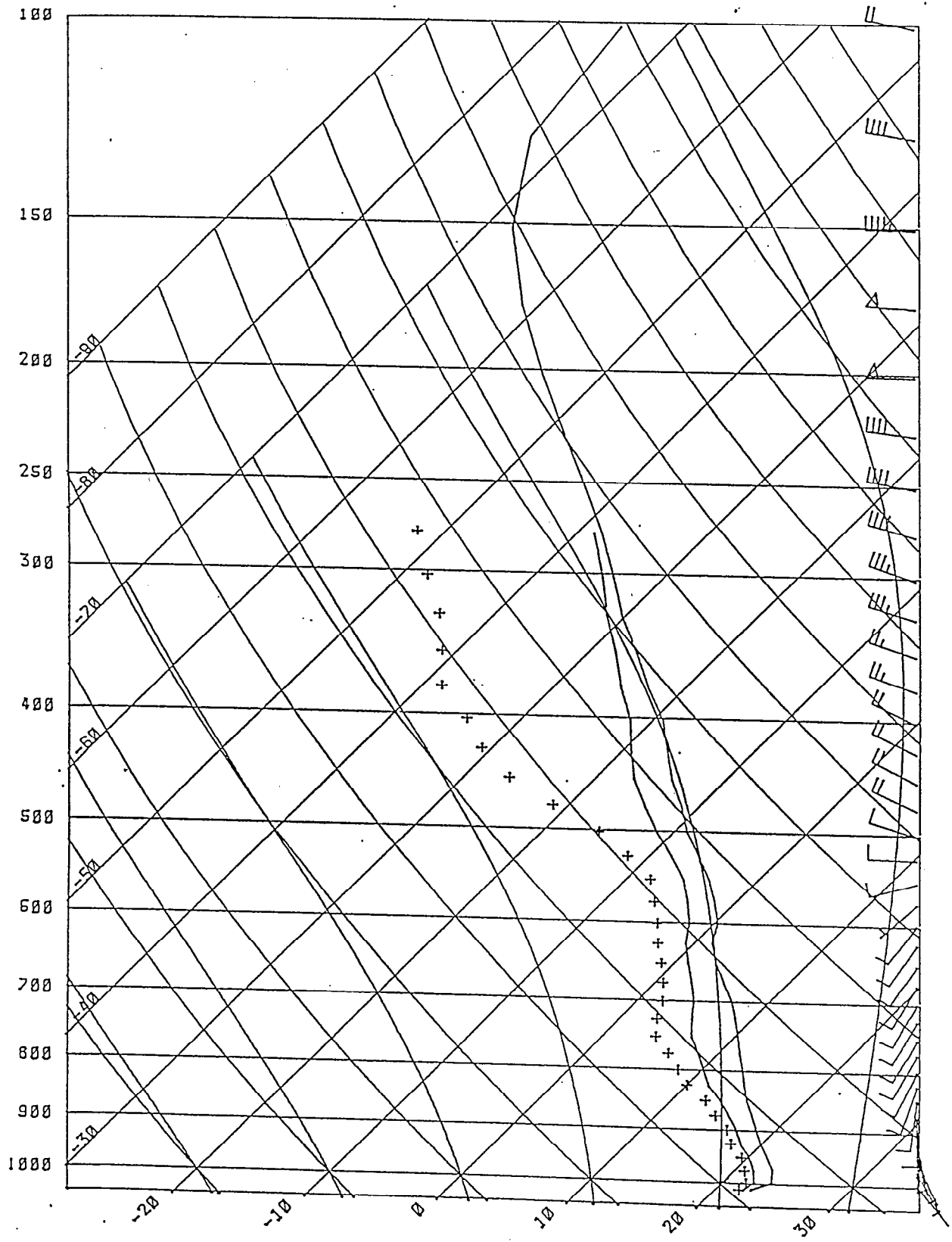


Figure 7 : du 27 au 30 Novembre 1984

BIBLIOGRAPHIE

BENICHOU P., 1985 Classification Automatique de Configurations Météorologiques sur l'Europe Occidentale. Direction de la Météorologie

DER MEGREDITCHIAN G., LEGENDRE, PASQUIER 1981, Typisation des situations météorologiques par classification automatique en vue de la prévision locale, La Houille Blanche N°. 7/8

DER MEGREDITCHIAN G., DE BILLY, FOKA, GROSSE, RULLIERE 1981, Typologie des précipitation quotidiennes mensuelles et saisonnières sur la France, La Houille Blanche N° 7/8

DER MEGREDITCHIAN G., 1983, Le traitement Statistique des données multidimensionnelles, Direction de la Météorologie

DHONNEUR G., 1985, Traité de météorologie Tropicale, Direction de la Météorologie

JAMBU M, LEBEAUX M.O., 1978 Classification Automatique pour l'analyse des données, Dunod

LEBART L., MORINEAU A., FENELON J.P., 1982, Traitement des données statistiques, Dunod

ROSSIGNOL D. 1986, Note sur le transfert et le traitement des fichiers de radiosondages et pluviométriques, Centre ORSTOM Guadeloupe

THEVENEAU A. 1962, Types de temps aux Antilles Françaises Monographie de la météorologie nationale N° 31